

Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken

Resultaten inventarisatie fracking

De toepassing van fracking, de mogelijke consequenties en de beoordeling daarvan

Februari 2016

Toepassing van fracking

Fracking als bewerkingstechniek bij conventionele gaswinning

Om aardolie en/of aardgas te winnen uit de ondergrond dient een boorgat te worden geboord naar het ondergrondse reservoir. Tijdens de boring worden stalen buizen in het boorgat ingebracht , ook wel casing genoemd, die aan het gesteente rondom het boorgat wordt vastgehecht met cement. Het systeem van verbuizingen, opvoerbuis en cement wordt een put genoemd. De put vormt de verbinding tussen de bovengrond en het ondergrondse reservoir. De stroming door de put verloopt niet door de casing, maar door een opvoerbuis, ook wel tubing genoemd, die in de put is aangebracht en is verankerd aan de casing van de put. De tubing vormt hiermee de eerste barrière (binnenbuis) en de aan het omliggende gesteentepakket gecementeerde casings (buitenbuizen) de tweede barrière. Met deze opbouw van barrières wordt voorkomen dat er vanuit de put stoffen in het omliggende gesteentepakket terecht kunnen komen.
Het reservoir is het gesteente dat koolwaterstoffen (zoals aardolie of aardgas) bevat en geheel omsloten is door ondoorlatende gesteentelagen dan wel ondoorlatende geologische breuken. De mate van productiviteit uit het reservoir, hangt o.a. af van:

- porositeit van het reservoir;
- permeabiliteit ofwel doorlaatbaarheid van het reservoir; en
- viscositeit ofwel stroperigheid van de koolwaterstoffen.

In conventionele reservoirs is de permeabiliteit van het gesteente veelal afdoende om de koolwaterstoffen te kunnen winnen. Daar waar de permeabiliteit in het reservoir laag is, zullen de koolwaterstoffen niet gemakkelijk door het reservoirgesteente naar de put stromen, waardoor de koolwaterstoffen moeilijker te winnen zijn. Dit is helemaal het geval in schalies (een versteende vorm van klei) waarin schaliegas of schalieolie zit 'opgesloten'. Dit type reservoirgesteente heeft een heel dichte structuur waarin nauwelijks tot geen doorlaatbaarheid is. Ook kan in de loop van de winning de doorstroming van het reservoir rond de put verminderen, waardoor de koolwaterstoffen moeilijker te winnen worden.

Om de permeabiliteit in het reservoirgesteente rond de put te verhogen, kan de bewerkingstechniek van fracking worden toegepast. De industrie kent twee soorten fracks die kunnen worden geplaatst, te weten de "proppant" frack en de "acid" frack. De keuze voor een van de soorten wordt bepaald door de karakteristieken van het reservoirgesteente.

Voor het maken van een "proppant" frack wordt vloeistof onder druk vanaf de bovengrond door de put naar het reservoirgesteente gebracht totdat er scheuring in het reservoirgesteente optreedt. Aangezien de put is voorzien van een beschermende verbuizing is het zwakste punt het gesteente ter hoogte van het reservoir dat wordt blootgesteld aan de verhoogde vloeistofdruk. Op deze positie vindt dan ook de frackscheur plaats. Hierdoor ontstaan er nieuwe stromingspaden in het reservoirgesteente naar de boorput en verbetert de permeabiliteit. De vloeistof die wordt toegepast en in het reservoirgesteente terecht komt bestaat uit water, zand en chemicaliën. De stromingspaden die tijdens het fracking in het reservoir met de vloeistof worden gecreëerd, worden opengehouden door zandkorrels (proppants). Deze proppants worden met de frackingvloeistof meegevoerd. De chemicaliën die aan de frackingvloeistof worden toegevoegd, dienen onder andere om de vloeistof te verdikken tot een gel, zodat het zand goed meegevoerd kan worden. "Proppant" fracking wordt met name gebruikt om de productie te verbeteren.

Bij een "acid" frack wordt gewerkt met een vloeistof op zuurbasis. Deze wordt onder hoge druk vanaf de bovengrond door de put naar het reservoirgesteente gebracht totdat er ook hier een scheur ontstaat. Doel van de zuurbasis in de vloeistof is een chemische reactie tussen de zure vloeistof en het calcium-carbonaat in het gesteente. Hierdoor zullen deels opgeloste lagen in het slecht permeabele reservoirgesteente ontstaan waardoor de doorlaatbaarheid verbeterd. Er wordt geen zand of

"proppant" gebruikt om de scheuren open te houden. "Acid" fracks worden gebruikt om zowel de productiviteit als de injectiviteit van een put te verbeteren.

Het verschil in aanpak tussen conventionele reservoirs en schaliegesteentes zit hem in de hoeveelheid aan fracks. Zo behoeven conventionele reservoirs veelal slechts één of enkele fracking behandelingen te ondergaan (afhankelijk van de hoeveelheid aan reservoirlagen in de put) om een netwerk van stromingspaden te creëren. Uit schaliegesteentes met nauwelijks of geen permeabiliteit kan alleen worden geproduceerd nadat deze is behandeld met meerdere (rond de 10) fracking behandelingen in dezelfde put én in dezelfde reservoirlaag. Nadat deze zone is uitgeproduceerd, dient weer een nieuwe schaliezone te worden aangeboord en te worden behandeld met meerdere fracking behandelingen. Dit maakt de winning uit schalies intensiever. Daarnaast worden bij schaliegas veel grotere volumes aan frackingvloeistof gebruikt om zo lang mogelijke fracks te maken en daarmee uit een zo groot mogelijke zone het gas en/of olie te laten toestromen.

Fracking als bewerkingstechniek is een tijdelijke activiteit die, afgezien van op- en afbouw van het benodigde materieel, veelal slechts een dag in beslag neemt. Hiertoe staan er op de bovengrondse locatie enkele tanks waar de frackingvloeistof in opgeslagen wordt. Daarnaast staat er bij een "proppant" frack een soort mixer op de locatie om de proppants met de frackingvloeistof te vermengen en zijn er een aantal hogedruk pompen aanwezig die de frackingvloeistof in de put pompen.

Nadat de pompactiviteiten in de put voltooid zijn, wordt de put schoongemaakt. De in de diepe ondergrond toegepaste frackingvloeistof wordt daardoor voor een deel teruggewonnen (veelal twee derde). De achtergebleven vloeistofresten blijven opgesloten in het reservoir en de chemicaliën breken grotendeels of geheel af tot elementen die ook van nature voorkomen in de diepe ondergrond. De terug geproduceerde frackingvloeistoffen worden van de locaties afgevoerd naar en verwerkt bij extern erkende afvalstoffenverwerkers. Op zee mogen deze vloeistoffen, mits ze voldoen aan strenge normeringen in lijn met de OSPAR conventie, in zee worden geloosd.

Fracking wordt in conventionele reservoirs in de VS sinds eind jaren '40 van de vorige eeuw toegepast. In Nederland is dit midden jaren '50 gestart. Vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw is fracking een standaard bewerkingstechniek in de internationale olie- en gasindustrie voor de ontwikkeling van reservoirs met een lage permeabiliteit.

Mogelijke consequenties van fracking

Risicoduiding van fracking voor mens en milieu

Fracks kunnen in potentie risico's voor de onder- en bovengrond opleveren waardoor de veiligheid van mens en milieu in gevaar kan komen. Door beheersing van deze risico's kunnen negatieve gevolgen worden voorkomen. Frackactiviteiten worden door SodM op de volgende vijf risico's getoetst vanuit het oogpunt van het beschermen van de veiligheid van mens en milieu:

1. **Seismische risico's**
   Het proces van fracken gaat over het algemeen alleen gepaard met zeer kleine, niet voelbare trillingen in de aarde (de sterkte van deze trillingen is kleiner dan M=0 op de schaal van Richter). Deze zeer kleine trillingen worden veroorzaakt door het ontstaan van de scheur in het gesteente en vormen geen veiligheidsrisico voor mens en milieu. Sterkere, voelbare bevingen zijn echter niet uitgesloten en kunnen optreden wanneer een frack een breuk in het reservoir raakt. Via de frack komt vloeistof onder druk in de breukzone, waardoor de normaalspanning op het breukvlak wordt verlaagd (de twee breukvlakken worden als het ware van elkaar gedrukt). Door de verlaging van de normaalspanning wordt beweging op de breuk makkelijker. Indien deze breuk door de spanningstoestand in het reservoir al onder spanning staat kan dit resulteren in een geïnduceerde beving. Dit vormt, afhankelijk van de sterkte van de beving, de diepte waarop het reservoir gelegen is en de gesteldheid van de ondiepe ondergrond, een potentieel risico voor de veiligheid van mens en milieu.

2. **Integriteit van de afsluitende lagen**

   Boven olie- en gasreservoirs is een afsluitende laag aanwezig die gedurende geologische tijden voldoende afsluitend is gebleken om delfstoffen te laten accumuleren. Over het algemeen zijn het slecht permeabele lagen met een dikte van enige tientallen tot honderden meters. Met conventioneel fracken wordt in een reservoir, in een beperkt gebied rond het boorgat, een scheur (frack) gevormd om de toestroming van gas naar het boorgat te verbeteren. De frack zal zich normaal gesproken in het reservoir ontwikkelen waarbij de richting wordt bepaald door de spanningen in het reservoir. Hierbij zal de scheur zich altijd loodrecht op de richting van de laagste horizontale gesteentespanning vormen.
   Alhoewel het fracking proces op grote diepte plaats vindt en er dus meerdere slecht doorlatende lagen als barrières aanwezig zijn, is het zeer belangrijk dat er zelfs geen enkele dreiging van verontreiniging van grondwater en/of drinkwater gebieden kan ontstaan. Daarom moet te allen tijde geborgd worden dat de integriteit van de afsluitende laag boven het reservoir niet wordt aangetast, d.w.z. de frack mag de afsluitende laag niet beschadigen. Indien dit wel gebeurd zou in het uiterste geval gedeeltelijke uitstroming in een zone boven het reservoir ('loss of containment') kunnen optreden.

3. **Geochemische interacties**

   Gedurende de frackoperatie wordt een vloeistof in het reservoir gebracht die mogelijk niet compatibel is met de van nature aanwezige vloeistof en/of het reservoirgesteente. Hierdoor kunnen er geochemische reacties optreden, zoals oplossing van het reservoirgesteente. Kalksteen, maar ook Zechstein (steenzout) kan bijvoorbeeld in water oplossen waardoor er ondergrondse holten zouden kunnen ontstaan. Daarnaast kan kalk in kalksteen ook reageren met bijvoorbeeld CO_2, waardoor de integriteit van het reservoirgesteente wordt aangetast. Bij een "acid" frack is dit ten dele juist de bedoeling. Het dient echter gecontroleerd en slechts in een zeer beperkt reservoirgebied te gebeuren, daar anders de integriteit van de afsluitende laag in gevaar kan komen en er bodemdaling aan het aardoppervlakte kan optreden.

4. Integriteit van de put

Boorgaten worden voorzien van een geschikte stalen verbuizing (casing), over voldoende afstand vastgehecht aan het omliggende gesteente met cement en daarna op deugdelijkheid getest. Zo is een boorgat opgebouwd uit verschillende casingseries met steeds een kleinere diameter naarmate het boorgat de diepte in gaat. Op geringere dieptes zijn er dus meerdere lagen staal en cement. Op de diepte van het reservoir is er nog maar een enkele gecementeerde stalen casing. De stroming door de put verloopt niet door de casing, maar door een opvoerbuis, ook wel tubing genoemd, die in de put is aangebracht en is verankerd aan de casing van de put. Het systeem van verbuizingen, opvoerbuis en cement wordt een put genoemd. Door de aanwezigheid van de opvoerbuis en de stalen verbuizingen die aan de buitenkant zijn voorzien van cement kan er geen vloeistof uittreden uit de put en indringen in aardlagen boven de doelformatie (het reservoir). Drinkwatervoerende lagen worden beschermd door twee tot vier lagen staal en cement. Verontreiniging van watervoerende lagen langs deze route is uitgesloten wanneer de integriteit van de put is gewaarborgd. Echter, wanneer de integriteit van de put niet wordt gewaarborgd, kan er lekkage optreden vanuit de put naar de aangrenzende ondergrond en kunnen er risico's ontstaan in de vorm van emissies van formatiewater, koolwaterstoffen en frackvloeistoffen naar de ondiepte waar ze een potentieel risico vormen voor de veiligheid van mens en milieu.

5. Blootstelling gevaarlijke stoffen

Bij frackactiviteiten wordt gebruik gemaakt van hulpstoffen in de vorm van chemicaliën. De frackingvloeistof bij een "proppant" frack bestaat uit water en zand met ongeveer 1% toevoegingen. De frackingvloeistof bij een "acid" frack bestaat uit een oplossing van 15% HCl, waaraan chemicaliën worden toegevoegd om de vloeistofverliezen te minimaliseren.

Deze toegevoegde hulpstoffen in de vorm van chemicaliën maken het frack proces efficiënt. Het onderstaand overzicht bevat een karakterisering, hun functie en geeft voorbeelden van de toegepaste chemicaliën:

Karakterisering	**Voorbeelden van toegepaste chemische stoffen**	**Functie**
Opvulmiddel	Zand (proppant)	Houdt verbeterde olie en/of gas toestroom in stand
Gel-polymeren	Natuurlijke organische macromoleculen (Guar Gum)	Voor een goed transport van het opvul-middel zand; de vloeistof gaat als drager fungeren voor het te plaatsen zand
Gel stabilisatoren	Natriumchloride	Houdt de gel in stand
Biociden	Glutaraldehyde	Voorkomt groei van bacteriën
Gel brekers	Zuren en/of oxidatie-middelen	Verlaagt de viscositeit van de vloeistoffen zodat deze, na afzetting van het opvul-middel zand, terug geproduceerd kunnen worden
Cross-linkers	Boraatzouten	Verhoogt de viscositeit zodat meer opvulmiddel in de scheuren gevoerd kan

		worden
Zuren	Citroenzuur of mierenzuur Azijnzuur Zoutzuur	Voorkomt neerslagen (metaaloxiden) en het oplossen van mineralen
Fluid-Loss-Additieven	Zand/ leem	Voorkomt eventuele verliezen naar het formatie gesteente
Smeermiddelen	Polymeren, poly-acryl-amiden	Verlaagt de wrijving tijdens het pompen van de vloeistoffen
Surfactant / Oppervlakte-spanningsverlagers	Alcoholethoxylaten	Zorgt voor een zo laag mogelijke oppervlaktespanning tussen het gesteente en de vloeistof, zorgt ervoor dat de weerstand voor het inpompen en weer uitstromen zo gunstig mogelijk is
Zuurgraad (pH) stabilisatoren	Natriumcarbonaat / Kaliumcarbonaat	Houdt een juiste zuurgraad in stand (buffering)

Er is sprake van zuivere stoffen en mengsels van stoffen, al dan niet verdund. De hulpstoffen in de vorm van chemicaliën zijn gevaarlijke stoffen die risico's of hinder kunnen veroorzaken voor mens en milieu. Het gaat hierbij om veiligheidsrisico's (brand, explosie, zuurstofverdringing), gezondheidsrisico's (giftigheid) en milieurisico's (bodem, grond en oppervlaktewater verontreiniging).

Beoordeling van fracking

Wettelijk kader, toezicht en beheersmaatregelen in de praktijk

In dit onderdeel wordt achtereenvolgens het wettelijk kader rond fracking gegeven, het toezicht daarop en worden de beheersmaatregelen die de mijnondernemingen in de praktijk betrachten beschreven.

I. WETTELIJK KADER VAN FRACKING

Het huidige stelsel van de Mijnbouwwet, Mijnbouwbesluit en Mijnbouwregeling omvat doelstellende verplichtingen en stelt voorschrijvende regels aan de delfstofwinning. Fracking is als term nog niet specifiek opgenomen in dit huidige stelsel. Het wordt beschouwd als een activiteit in een put. In de aankomende wijziging van de Mijnbouwwet moet er specifiek in winningsplannen worden ingegaan op fracking, als een met de winning verbonden activiteit. Overigens, sinds de eerste fracks in de jaren vijftig van de vorige eeuw tot aan nu, is de wet en regelgeving steeds onderhevig geweest aan veranderingen die ook een invloed hebben op nieuwe verplichtingen rondom fracking. Op dit moment rusten er de navolgende verplichtingen op fracking:

EU 1906/2007 Registratie, beoordeling en Autorisatie van Chemische stoffen(REACH)
Sinds 2007 is de Europese Verordening voor het op de markt brengen van chemische stoffen van toepassing (REACH). REACH is een geïntegreerd systeem voor de registratie, beoordeling, autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen.
Voor de registratie van een stof moet een volledig technisch dossier door de leverancier worden overlegd. De regels ten aanzien van dat dossier staan in verhouding met de risico's van de stof.
De registratie vindt plaats bij ECHA, het Europees Agentschap voor chemische stoffen in Helsinki.
Nadat de registratie heeft plaatsgevonden wordt het product voorzien van een registratienummer en is het op de markt brengen van deze producten toegestaan.

EU 528/2012 Biocidenverordening
De Biocidenverordening heeft betrekking op het in de handel brengen en gebruik van biociden om mensen, materialen en/of voorwerpen te beschermen tegen schadelijke organismen.
Leveranciers van biociden moeten hun biocide registeren alvorens het op de markt kan worden gebracht. Deze biocide moet tevens worden aangemeld bij het College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden en krijgt daarna een toelatingsnummer.
Voor de toelating moet evenals bij REACH een volledig technisch dossier worden overlegd.

OSPAR Conventie
Offshore gelden naast de hierboven bedoelde verplichtingen onder de REACH- en Biocide Verordening ook de aanvullende Europese verplichtingen voor gebruik van mijnbouwhulpstoffen onder het OSPAR-verdrag. Frackingvloeistoffen vallen ook onder deze verplichtingen. Deze OSPAR verplichtingen zijn geïmplementeerd in hoofdstuk 9 van de Mijnbouwregeling.
Alle chemicaliën die offshore worden gebruikt moeten zijn geregistreerd. Deze registratie van mijnbouwhulpstoffen is aanvullend op de verplichtingen van REACH en vindt plaats in opdracht van Staatstoezicht op de Mijnen door CEFAS, het (wetenschappelijk) Engelse Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science. Staatstoezicht op de Mijnen ziet toe op de correcte uitvoering van registraties en de naleving van de voorwaarden in de meldingen en ontheffingen voor gebruik van mijnbouwhulpstoffen.
Om een mijnbouwhulpstof te kunnen registreren, moeten de eigenschappen van stoffen volgens voorgeschreven OSPAR protocollen worden overlegd. OSPAR kent diverse categorieën van stoffen, ingedeeld op basis van schadelijkheid voor het milieu. In ontheffingen worden beperkingen gesteld aan het gebruik van mijnbouwhulpstoffen. Zo worden beperkingen gesteld aan de te gebruiken

hoeveelheden. Tevens zijn olie- en gasmaatschappijen verplicht de gebruikte chemicaliën continu te "vergroenen" en aan SodM jaarlijks te rapporteren.
De OSPAR verplichting tot uitfasering van het gebruik van schadelijke chemicaliën per 1 januari 2017 is eveneens doorvertaald in hoofdstuk 9 van de Mijnbouwregeling.

Mijnbouwbesluit – voorkomen van schade:
Afdeling 5.3 van het Mijnbouwbesluit stelt doelstellende verplichtingen over boorgaten tijdens aanleg, gebruik, reparatie en het buiten gebruik stellen daarvan. Deze verplichtingen zijn onder meer gericht op het nemen van maatregelen ter voorkoming van schade en het beheersen van delfstoffen uit de ondergrondse formaties. Schade wordt via het Mijnbouwbesluit gedefinieerd als het beschermen van belangen die zijn opgenomen in de Mijnbouwwet (artikel 49 lid 2) en komen met name neer op:

- de bescherming van de veiligheid
- de bescherming van het milieu
- het beperken van schade ten gevolge van beweging van de aardbodem
- een planmatig beheer van voorkomens van delfstoffen, aardwarmte en andere natuurlijke rijkdommen

Ook verlangt het Mijnbouwbesluit diverse soorten van werkprogramma's en dagrapportages tijdens aanleg, gebruik, reparatie en het buiten gebruik stellen van boorgaten.

Mijnbouwregeling - werkprogramma:
De bovengenoemde afdeling in het Mijnbouwbesluit verwijst naar de verplichting voor een werkprogramma. De inhoud van dit werkprogramma staat voorgeschreven in artikel 8.2.3.1 van de Mijnbouwregeling waarin de mijnonderneming de activiteiten (zoals ook fracking) in boorgaten beschrijft en onderbouwt. Dit werkprogramma wordt twee weken voorafgaande aan de activiteiten bij SodM ingediend. SodM toetst deze werkprogramma's op de maatregelen die genomen worden ter voorkoming van schade. Zo zal de bescherming van de veiligheid en het milieu door SodM worden getoetst onder meer via de verplichtingen van lid 2f (artikel 8.2.3.1 Mijnbouwregeling) over de wijze waarop de integriteit van de put voor en na de diverse activiteiten wordt zeker gesteld. Een ander belangrijk milieubelang wordt getoetst via lid 2t waarin wordt verlangd een beschrijving te geven van de stoffen (chemicaliën) en hoeveelheden stoffen die worden geïnjecteerd met een vermelding van de registratie en autorisatie van de stof, waaruit blijkt dat wordt voldaan aan de gestelde voorschriften in:

- de EG-verordening registratie, evaluatie en autorisatie van chemische stoffen **(EU 1906/2007; REACH)**;
- de EG-verordening indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels; en
- de biocide verordening **(EU 528/2012)**.

Mijnbouwregeling – dagrapporten:
De mijnondernemingen sturen dagelijks zogenaamde dagrapporten aan SodM tijdens aanleg, gebruik, reparatie en het buiten gebruik stellen van boorgaten en zo ook tijdens activiteiten als fracking. Deze ochtendrapporten beschrijven onder meer de werkzaamheden van de voorgaande dag, een vooruitblik naar aanstaande werkzaamheden en onvoorziene situaties. SodM houdt aan de hand van deze ochtendrapporten in de gaten of de activiteiten veilig en conform het vooraf ingediende werkprogramma plaatsvinden. Een inspecteur van SodM is zodoende dagelijks belast met het volgen van de werkzaamheden. Artikel 8.2.2.1 van de Mijnbouwregeling regelt de inhoud en indiening van dit dagrapport.

Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw (BARMM)
Een algemene maatregel van bestuur stelt de verplichting tot het voldoen aan generieke milieuregels bij tijdelijke activiteiten zoals boringen en putinterventies (en dus ook aan fracking). Het BARMM stelt maatregelen over emissies naar bodem, oppervlaktewater en lucht en begrenst de emissies van licht en geluid dat ten gevolge van de activiteit wordt gegenereerd. Voorts stelt het eisen aan de bescherming van de veiligheid voor de omgeving zodat dit soort tijdelijke activiteiten slechts op gepaste afstand van gevoelige objecten (zoals woningen, scholen en ziekenhuizen) mogen plaats

vinden. De mijnonderneming stuurt vier weken voorafgaande aan de tijdelijke activiteiten een zgn. BARMM melding in aan het Ministerie van EZ. SodM adviseert het Ministerie over de juistheid en volledigheid van de melding. Het Ministerie publiceert de melding in de Staatscourant en de plaatselijke krant van de betreffende gemeente zodat de lokale bewoners kennis kunnen nemen van de voorgenomen activiteiten. Tevens ontvangt SodM de melding van het Ministerie zodat deze in SodM's toezicht en inspecties kunnen worden meegenomen.

Arbobesluit en Arboregeling – veiligheid en gezondheidsdocument voor werkzaamheden
Naast het stelsel van de Mijnbouwwet bestaan er ook verplichtingen met betrekking tot de arbeidsomstandigheden bij de delfstofwinning. Zo worden er regels gesteld voor werkgevers en werknemers om de gezondheid, de veiligheid en het welzijn van werknemers en zelfstandige ondernemers te bevorderen. Doel is om ongevallen en ziekten, veroorzaakt door het werk, te voorkomen. Het Arbobesluit heeft een gehele afdeling (afdeling 6) gewijd aan de zgn. winningsindustrieën met behulp van boringen.
Het Arbobesluit verplicht mijnondernemingen in de artikelen 2.42 en 2.42 f om een veiligheid en gezondheidsdocument (vg-document) op te stellen in samenspraak met de andere dienstverlenende bedrijven. Hierin worden voor alle activiteiten die op een mijnbouwlocatie plaats vinden risico's geïdentificeerd en geëvalueerd. Deze risico-inventarisatie en evaluatie is eveneens op grond van artikel 5 van het Arbobesluit verplicht. Veel aandacht moet daarin worden besteed aan de beheersing van veiligheids- en gezondheidsaspecten voor werknemers en omgeving. Daar waar er bepaalde bijzondere werkzaamheden plaatsvinden stelt de Arboregeling in artikel 3.7 dat er een apart vg-document voor werkzaamheden opgesteld dient te worden, zo ook voor werkzaamheden in of aan bestaande putten (zoals fracking). Dit type vg-document behandeld niet alleen de risicobeheersing maar ook aspecten als samenwerking tussen meerdere werkgevers, coördinatie, toezicht en calamiteitenbeheersing. De Arboregeling stelt dat dit document tezamen met het werkprogramma wordt ingediend bij SodM. Voorafgaand aan een frackoperatie dient de operator middels het vg-document en werkplan voor putactiviteiten ter toetsing door SodM aan te tonen dat aan deze randvoorwaarden voor het beperken en voorkomen van de risico's bij de frackactiviteit is voldaan.

Aankomende wijziging van de Mijnbouwwet
Bij de Tweede Kamer is een wetsvoorstel tot wijziging van de Mijnbouwwet ingediend (34 348, nr. 2). In dit wetsvoorstel is opgenomen dat in het winningsplan ook expliciet moet worden ingegaan op eventuele bodembeweging als gevolg van met de winning verband houdende activiteiten. Daarbij wordt primair gedoeld op stimulatietechnieken om de doorstroombaarheid van het reservoir te verbeteren. Hiermee is expliciet gemaakt dat alle putactiviteiten die dienen ter stimulatie van de winning onder de nieuwe Mijnbouwwet onderdeel worden van het winningsplan, waaraan instemming van de Minister verbonden is. Bedrijven moeten daarmee een algemene beschrijving van de risico's en de preventieve en mitigerende maatregelen in het winningsplan opnemen.

II. HET TOEZICHT OP FRACKING

In het voorgaande is het gehele wettelijke regiem geschetst waaraan de activiteit van fracking dient te voldoen. SodM houdt bij de activiteit fracking binnen haar rol als toezichthouder de vinger stevig aan de pols onder meer via de toetsing van de verschillende wettelijke verplichtingen van werkprogramma, BARMM melding en het vg-document voor werkzaamheden. Daarnaast wordt iedere mijnonderneming gevraagd hun voorgenomen plannen op het kantoor van SodM te komen toelichten. In deze toelichting worden de voorname aspecten uit de verschillende verplichtingen, zoals het werkprogramma en de BARMM melding behandeld en getoetst om te vernemen welke maatregelen ter voorkoming van 'schade' worden genomen. Daar waar nodig vraagt SodM om verder 'huiswerk' alvorens de wettelijke verplichtingen tot geen verdere vragen meer van SodM leiden. Zoals eerder vermeld, bewaakt SodM de correcte voortgang van het werkprogramma via de dagelijkse rapportages die SodM ontvangt en monitort.

De vergunningaanvragen voor het gebruik van chemicaliën die bij SodM worden ingediend, worden getoetst op juistheid en volledigheid maar ook of wordt voldaan aan Europese - en Nationale Wetgeving. Daarnaast wordt na goedkeuring van de aanvraag ook tijdens veldinspecties geïnspecteerd of wordt voldaan aan naleving van de wettelijke verplichtingen en de voorwaarden die zijn opgenomen in de vergunning.
SodM betracht sinds de implementatie van REACH in 2007 een beleid om de activiteit van fracking op landlocaties steevast fysiek te gaan inspecteren. Tijdens deze inspectie wordt gecontroleerd of men zich ook in de praktijk houdt aan de maatregelen zoals verwoord in het werkprogramma, de BARMM en het vg-document voor werkzaamheden.
SodM voert ook thema-gerichte inspecties uit. In het 'Strategie en Programma (S&P) 2012-2016' van SodM is het inspectieproject 'integriteit bestaande putten' opgenomen waarin de mijnondernemingen op een identieke en sectorbrede wijze worden onderworpen aan een toets op diverse veiligheidskritische onderdelen en beheersmatige aspecten van in gebruik zijnde putten. De integriteit van putten behelst het geheel van technische, operationele en organisatorische maatregelen om het risico van ongecontroleerd vrijkomen van ondergrondse stoffen gedurende de levenscyclus van een put te beheersen. SodM is in 2015 gestart met het inspectieproject en zal naar verwachting in 2016 zijn voltooid. Het huidige inspectieproject richt zich met name op het bepalen van het naleefgedrag door de branche van enkele wettelijke verplichtingen op het gebied van het zorgsysteem (specifiek de verankering van het Well Integrity Management Systeem), de monitoring en opvolging van afwijkende annulaire drukken, de opvolging van overige afwijkingen van de putintegriteit met het oog op het voorkomen van schade, de periodieke testen van de ondergrondse putafsluiter en het bepalen van het naleefgedrag van ontheffingen. Na afloop van dit inspectieproject zal SodM bezien of er een vervolg inspectieproject wordt geformuleerd waarin specifieke aandachtsgebieden van putintegriteit verder worden uitgediept.
Mochten er tijdens reguliere inspecties of projectmatige inspecties zaken worden geconstateerd die niet worden nageleefd dan zal SodM naar gelang van de zwaarte van de bevindingen en overtredingen interveniëren. Dit krijgt zijn vorm via waarschuwingsbrieven dan wel bestuurlijk of strafrechtelijk optreden, variërend van boeterapporten, processen verbaal tot lasten onder dwangsom. Tot dusver heeft SodM bij fracking geen grove schendingen en overtredingen geconstateerd en speekt SodM van een goede naleving door de industrie. Toch zal SodM activiteiten als fracking kritisch en waakzaam blijven volgen.

III. BEHEERSMAATREGELEN IN DE PRAKTIJK

1. Seismische risico's

Om te voorkomen dat sterkere voelbare bevingen op kunnen treden, wordt met behulp van seismiek van de diepe ondergrond nagegaan of er breuken in het reservoir aanwezig zijn. Bij het ontwerpen van de frack (lengte en verwachte richting waarin deze zich zal ontwikkelen) wordt ervoor gezorgd dat de lengte van de frack veel kleiner is dan de afstand tussen de put en de aanwezige breuken in de richting waarin de frack zich zal ontwikkelen. Hierdoor wordt de kans dat de frack de breuk raakt geminimaliseerd.

Een andere maatregel is om het volume aan frackingvloeistof dat wordt gepompt zo klein mogelijk te houden. Deze beperkte volumes kunnen hoogstens leiden tot een beperkte lokale drukverhoging in een breuk. Tenzij de breuk al kritisch gespannen is (ook zonder activiteit kan er dan elk moment een beving plaatsvinden), zal dit niet leiden tot het reactiveren van de breuk en daarmee gepaard gaande voelbare bevingen. Een analyse van de spanningssituatie op de breuk op basis van de spanningssituatie in het reservoir voorafgaande aan de frack activiteit geeft inzicht in het reactiveringspotentieel van een breuk.

Bovenstaande preventieve maatregelen en analyses dienen voorafgaand aan de activiteit te worden uitgevoerd. Tijdens de activiteit zal het optreden van seismiciteit gedegen worden

gemonitord. Indien voelbare seismische activiteit optreedt, zal het frackproces meteen worden stilgelegd en de ingepompte vloeistof zo snel mogelijk worden teruggewonnen, waardoor de druk op de breuk weer afneemt en zwaardere bevingen kunnen worden voorkomen. Elke schade aan gebouwen of infrastructuur die ten gevolge van seismische activiteit bij een frackoperatie optreedt, dient wettelijk door de operator te worden vergoed.

2. Integriteit van de afsluitende lagen

Via 'state of the art' frackberekeningen wordt door de mijnonderneming aangetoond wat de richting en de dimensies van de frack zullen zijn. Voorts wordt aangetoond hoe de groei, door de meestal hogere horizontale spanningen in de afsluitende laag, beperkt zal worden (vanwege het verschil in horizontale spanningen). Zodoende wordt aangetoond dat het fracking proces volledig beheerst wordt en dat de afsluitende lagen niet beschadigd worden. De mijnonderneming maakt dit inzichtelijk door de verschillende fasen van het frackingproces in een programma op te geven. In dit programma worden ook secties met detailkaarten opgenomen waarop de boring en de richting en de dimensies van de frack zijn aangegeven. De aanwezigheid van grondwatergebieden en drinkwaterwinningsgebieden zijn hierbij in kaart gebracht.

3. Geochemische interacties

Voorafgaand aan een frackoperatie dient de mijnbouwonderneming aan te tonen dat de frackingvloeistof compatibel is met de reservoirvloeistof en het reservoirgesteente. Dit kan aan de hand van laboratoriumproeven en/of berekeningen. Zodoende wordt aangetoond dat zich geen oplossingsprocessen of geochemische reacties zullen voordoen waardoor mogelijk ondergrondse holtes kunnen ontstaan. Voor een "acid" frack dient de operator aan te tonen dat de mate van oplossing om de permeabiliteit te creëren zeer beperkt is waardoor er geen integriteitsproblemen van de afsluitende lagen kunnen optreden.

4. Integriteit van de put

Controles tijdens het ontwerp van de frack:
Tijdens de ontwerpfase van een frack wordt vooraf door middel van berekeningen vastgesteld of de tubing (opvoerbuis) en het cement achter de casing (verbuizing) voldoende sterk is om de verwachte drukken en temperaturen tijdens de frackoperatie te weerstaan. Hiermee worden de operationele grenzen van de put bepaald. Zo wordt er de mechanische belasting op tubing en casing onder invloed van druk en temperatuur doorgerekend. Hieruit volgen waarden voor de minimale steundruk die op de ringvormige ruimte tussen tubing en casing (ook wel A-annulus genoemd) wordt uitgeoefend. Voorts wordt de mechanische belasting op het cement vlak boven het reservoir en rond de onderzijde van de casing, net boven het reservoir, doorgerekend. Tevens wordt de mechanische belasting van de tubing tegen het cement doorgerekend. Hieruit volgen de minimaal vereiste temperatuur van de frackingvloeistof en de maximale waarde van de gemiddelde dichtheid van de frackingvloeistof in de tubing.
Naast de mechanische integriteit van het cement zelf wordt ook de integriteit van de hechting tussen de casing en cement, en van de hechting tussen cement en gesteenteformatie berekend. De berekening geeft aan welke residuale capaciteit van de mechanische sterkte boven het ontwerpminimum resteert voor het scenario van een frack. Bij een residuale sterkte boven de 30% van de ontwerpnorm voor een faalmechansime is de conclusie dat het model aantoont dat het ontwerp geschikt is voor het gemodelleerde scenario. Deze 30% residuale sterkte is equivalent met een ontwerpfactor van 1,3.

Controles voor aanvang van de frack:
De A-annulus wordt afgeperst op de minimaal vereiste druk (zie boven) en er wordt gecontroleerd of de A-annulus deze druk kan houden. Vervolgens wordt er een hechtingsmeting uitgevoerd op het cement die zich achter de casing bevindt. Met deze meting, ook wel Cement Bond Log

genoemd, wordt de kwaliteit van het cement geverifieerd. De goede hechting van het cement ter hoogte van afsluitende laag boven het reservoir is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Operationeel worden ook de nodige voorzorgsmaatregelen georganiseerd. Zo worden er op de frackingpompen elektronische en mechanische veiligheden ingesteld om te voorkomen dat de A-annulus druk en tubing druk tijdens het pompen van de frack de maximaal toegestane waarden niet overschrijden.

Controles na de frack:
De druk van de A-annulus wordt continu gemeten. Overschrijding van de maximaal toegestane druk bij het normale produktiegebruik van de put wordt onmiddellijk gesignaleerd. Er wordt nagegaan of de operationele grenzen niet zijn overschreden tijdens de uitvoering van de frack. Mocht deze onverhoopt zijn overschreden, dan volgt een nadere analyse en inspectie met behulp van een nieuwe Cement Bond Log meting. Deze meting zal aantonen of de kwaliteit en hechting van het cement al dan niet is aangetast. Mocht het cement daadwerkelijk zijn aangetast dan wordt de put ingesloten voor verder gebruik en zullen er reparatieplannen worden ontwikkeld om de put te herstellen.

5. Blootstelling gevaarlijke stoffen

De beheersmaatregelen die mijnondernemingen in de praktijk betrachten om blootstelling aan gevaarlijke stoffen voor mens en milieu zoveel mogelijk te beperken zijn parallel aan de regels die in het kader van het Besluit Algemene Regels Milieu Mijnbouw worden gesteld met betrekking tot het voorkomen van verontreiniging van bodem, lucht en oppervlaktewater.
De beheersmaatregelen aangaande de bescherming van bodem en water volgen de systematiek van de Nederlandse richtlijn bodembescherming bedrijfsmatige activiteiten om een aanvaardbaar bodemrisico te bewerkstelligen. De uitvoering van de activiteiten met bodembeschermende voorzieningen zoals vloeistof kerende maatregelen en vloeistofdichte vloeren zijn belangrijke toegepaste beheersmaatregelen ter voorkoming van emissies van gevaarlijke stoffen in de bodem. Het gebruik van lekbakken biedt bescherming om gemorste of weg spattende vloeistoffen op te vangen. Na afloop van de activiteiten vindt bodemonderzoek plaats. Daarnaast neemt men aanvullende beheersmaatregelen waaronder:

- Slechts gebruik te maken van geregistreerde chemicaliën.
- Chemicaliën af te nemen van gecertificeerde leveranciers.
- Uitvoeren van audits om vast te stellen dat er ook op een verantwoorde manier ermee wordt gewerkt.
- Doorvoeren en naleven van de informatie die is opgenomen in de wettelijk verplichte veiligheid informatiebladen om te voorkomen dat er ongewenste blootstelling en of milieuverontreiniging plaatsvindt.
- Het uitvoeren van jaarlijks verplichte Risico Inventarisatie en Evaluatieonderzoeken en vaststellen waar verbeteringen mogelijk zijn.
- De jaarlijkse rapportage aan SodM aangaande vergroening van chemicaliën in het kader van de OSPAR conventie op 1 januari 2017 waarin de vorderingen met betrekking tot uitfasering van het gebruik van schadelijke chemicaliën is opgenomen.

Tot slot, de brancheorganisatie voor de mijnondernemingen (NOGEPA) heeft samen met de chemische leveranciers een chemical managementsysteem ontworpen dat geïmplementeerd is bij alle mijnondernemingen. Hierin zijn alle chemicaliën die worden gebruikt, registratienummers en de meest recente veiligheidsinformatiebladen opgenomen. Middels dit Chemical managementsysteem toont een Mijnonderneming aan dat zij voldoen aan alle Nationale en Europese wetgeving (dit wordt tevens ook regelmatig door SodM geïnspecteerd).

Slotsom
Fracking in conventionele reservoirs
Zijn er gevallen bekend waarbij daadwerkelijke consequenties voor mens en milieu zijn opgetreden?

In bijlage I treft u een overzicht aan van alle putlocaties op land en zee waar fracking in conventionele reservoirs sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw is toegepast. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen onshore (geordend per provincie) en offshore, als ook tussen "proppant" en "acid" fracks. Het overzicht is geverifieerd met NOGEPA, de brancheorganisatie van olie en gasmaatschappijen in Nederland. Een telling daarvan levert de volgende verzamelstaat op:

	Aantal putten die fracking hebben ondergaan	Aantal fracks	Aantal "proppant" fracks	Aantal "acid" fracks
Onshore	155	219	165	54
Offshore	97	119	93	26
Total	252	338	258	80

SodM heeft een scan uitgevoerd op alle putlocaties die in bijlage I zijn opgenomen. Er is nagegaan of er, voor zover bekend bij SodM, zich nadelige consequenties hebben voorgedaan voor mens en milieu op het gebied van de vijf risico's betreffende:

1. Seismische risico's;
2. Integriteit van de afsluitende lagen;
3. Geochemische interacties;
4. Integriteit van de put; en
5. Blootstelling gevaarlijke stoffen.

SodM is tot de slotsom gekomen dat er bij al deze frack operaties zich voor zover bekend geen nadelige consequenties voor mens en milieu hebben voorgedaan. SodM is van mening dat de toepassing van fracking ten behoeve van conventionele gaswinning op een verantwoorde manier plaats kan vinden. Het wettelijk regiem, het toezicht daarop en de betrachte beheersmaatregelen door de mijnondernemingen zijn volgens de huidige inzichten solide en afdoende.

Bijlage I
Overzicht putlocaties waar conventionele fracking is toegepast

Gefrackte putten op land (onshore) per provincie in tijd:

Provincie	Naam van onshore putten gefracked	Aantal "prop." fracks	Aantal "acid" fracks	Datum meest recente frack	Type
Drenthe	COEVORDEN-07	0	1	jun-1971	acid frack
Drenthe	DE WIJK-13	0	1	mrt-1974	acid frack
Drenthe	COEVORDEN-13	3	0	jun-1980	proppant frack
Drenthe	DALEN-04	1	0	aug-1980	proppant frack
Drenthe	SLEEN-04	1	1	feb-1981	acid & proppant frack
Drenthe	DALEN-05	1	1	mei-1981	acid & proppant frack
Drenthe	EMMEN-11	1	0	mei-1981	proppant frack
Drenthe	DALEN-06	0	1	okt-1981	acid frack
Drenthe	DALEN-07	0	1	dec-1981	acid frack
Drenthe	DALEN-09	0	1	nov-1982	acid frack
Drenthe	WANNEPERVEEN-08	0	2	nov-1982	acid frack
Drenthe	BUINEN-01	0	1	dec-1982	acid frack
Drenthe	EMMEN-NIEUW AMSTERDAM-02	0	1	jul-1983	acid frack
Drenthe	DROUWENERMOND-01	0	1	sep-1983	acid frack
Drenthe	COEVORDEN-02	0	2	jan-1984	acid frack
Drenthe	COEVORDEN-31	1	0	mrt-1984	proppant frack
Drenthe	COEVORDEN-24	2	1	sep-1984	acid & proppant frack
Drenthe	COEVORDEN-27	2	0	okt-1984	proppant frack
Drenthe	DE WIJK-21	0	1	okt-1984	acid frack
Drenthe	COEVORDEN-19	2	0	dec-1984	proppant frack
Drenthe	DE WIJK-17	1	0	mei-1985	proppant frack
Drenthe	ROSWINKEL-08	0	1	jun-1985	acid frack
Drenthe	DALEN-10	1	0	aug-1985	proppant frack
Drenthe	COEVORDEN-43	0	1	dec-1985	acid frack
Drenthe	COEVORDEN-35	0	1	mei-1986	acid frack
Drenthe	DALEN-11	0	1	jun-1986	acid frack
Drenthe	DALEN-12	0	1	jun-1986	acid frack
Drenthe	DALEN-14	0	1	sep-1987	acid frack
Drenthe	ASSEN-01	1	0	jun-1990	proppant frack
Drenthe	COEVORDEN-40	1	0	okt-1996	proppant frack
Drenthe	COEVORDEN-52	0	1	mei-1998	acid frack

Drenthe	OOSTERHESSELEN-03	0	2	mei-2007	acid frack
Drenthe	DALEN-08	0	3	feb-2008	acid frack
Drenthe	GEESBRUG-01	1	0	2009	proppant frack
Drenthe	GROLLOO-01	1	0	2009	proppant frack
Drenthe	TIENDEVEEN-01	1	0	2010	proppant frack
Drenthe	SCHOONEBEEK-580	0	4	aug-2011	acid frack
Friesland	TIETJERKSTERADEEL-501	1	0	jan-1980	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-01	1	0	19-mei-1980	proppant frack
Friesland	TIETJERKSTERADEEL-403	1	0	dec-1983	proppant frack
Friesland	TIETJERKSTERADEEL-402	1	0	jan-1984	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-07	1	0	31-dec-1987	proppant frack
Friesland	NIJEGA-09	1	0	19-feb-1989	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-13	1	0	06-mrt-1989	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-11	1	0	20-mrt-1989	proppant frack
Friesland	NIJEGA-04	1	0	31-mrt-1989	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-08	1	0	09-apr-1989	proppant frack
Friesland	NIJEGA-02	1	0	17-sep-1989	proppant frack
Friesland	OPEINDE-05	1	0	18-sep-1989	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-15	1	0	30-sep-1989	proppant frack
Friesland	NIJEGA-05	1	0	30-sep-1989	proppant frack
Friesland	RAUWERD-02	1	0	08-dec-1989	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-14	1	0	06-feb-1990	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-10	1	0	08-jul-1990	proppant frack
Friesland	NIJEGA-06	1	0	14-aug-1990	proppant frack
Friesland	OPEINDE-02	1	0	16-aug-1990	proppant frack
Friesland	GROUW-02	1	0	08-sep-1990	proppant frack
Friesland	RAUWERD-01	1	0	06-feb-1991	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-03	1	0	14-mei-1991	proppant frack
Friesland	NIJEGA-03	1	0	18-mei-1991	proppant frack
Friesland	WARGA-02	1	0	28-mei-1991	proppant frack
Friesland	GROUW-01	1	0	31-mei-1991	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-16	1	0	31-mei-1991	proppant frack
Friesland	EERNEWOUDE-01	1	0	18-jul-1991	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-12	1	0	05-aug-1991	proppant frack
Friesland	LEEUWARDEN-101	1	0	16-jun-1992	proppant frack
Friesland	NIJEGA-08	1	0	17-jun-1992	proppant frack
Friesland	NIJEGA-07	1	0	18-jun-1992	proppant frack
Friesland	NIJEGA-01	1	0	06-nov-1992	proppant frack
Friesland	BLIJA-FERWERDERADEEL-	1	0	nov-1995	proppant frack

	105				
Friesland	BLIJA-FERWERDERADEEL-103	1	0	jul-1996	proppant frack
Friesland	BLIJA-FERWERDERADEEL-104	1	0	jul-1996	proppant frack
Friesland	FRANEKER-01	1	0	31-jan-1997	proppant frack
Friesland	MUNNEKEZIJL-03	2	0	feb-1997	proppant frack
Friesland	WARTENA-01	1	0	17-apr-1997	proppant frack
Friesland	TIETJERKSTERADEEL-302	1	0	dec-1997	proppant frack
Friesland	BLIJA-FERWERDERADEEL-106	4	0	sep-1998	proppant frack
Friesland	KRABBUREN-02	2	0	sep-2001	proppant frack
Friesland	BLIJA-FERWERDERADEEL-108	2	0	aug-2012	proppant frack
Friesland	KOLLUMERPOMP-03	2	0	okt-2012	proppant frack
Friesland	KRABBUREN-04	1	0	nov-2013	proppant frack
Friesland	WARFSTERMOLEN-02	1	0	mrt-2014	proppant frack
Friesland	KOLLUMERPOMP-04	1	0	mei-2014	proppant frack
Gelderland	BRAKEL-01	1	0	2008	proppant frack
Groningen	GOLDHORN-01	0	1	apr-1982	acid frack
Groningen	BLIJHAM-03	0	1	jan-1983	acid frack
Groningen	TER APEL-02	0	1	okt-1983	acid frack
Groningen	KIEL WINDEWEER-01-SIDETRACK1	1	0	nov-2012	proppant frack
Groningen	LAUWERZIJL-03-SIDETRACK1	1	0	nov-2012	proppant frack
Noord-Brabant	ANDEL-02	1	1	mrt-1955	acid & proppant frack
Noord-Brabant	WERKENDAM-01	1	0	dec-1962	proppant frack
Noord-Brabant	ANDEL-06	1	0	2008	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-10	1	1	jun-1976	acid & proppant frack
Overijssel	TUBBERGEN-MANDER-03-HOLE1	0	1	okt-1979	acid frack
Overijssel	COEVORDEN-20	2	0	mei-1982	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-21	0	2	feb-1984	acid frack
Overijssel	COEVORDEN-32	1	0	mrt-1984	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-22	1	0	apr-1984	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-30	1	0	mei-1984	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-18	1	0	jun-1984	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-46	0	1	aug-1986	acid frack
Overijssel	COEVORDEN-05	1	0	jan-1987	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-49	0	6	okt-1988	acid frack

Overijssel	COEVORDEN-17	3	1	nov-1988	acid & proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-53	0	1	aug-1992	acid frack
Overijssel	COEVORDEN-44	1	0	apr-1996	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-16	3	1	dec-1998	acid & proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-57	2	0	mrt-2002	proppant frack
Overijssel	COEVORDEN-47	0	4	jan-2003	acid frack
Overijssel	DEN VELDE-04	2	0	jan-2016	proppant frack
Zuid-Holland	BERKEL-02	3	0	nov-1954	proppant frack
Zuid-Holland	BERKEL-03	1	0	dec-1955	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-24-SIDETRACK1	1	0	jun-1959	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-10	1	0	sep-1961	proppant frack
Zuid-Holland	BERKEL-01	1	0	okt-1961	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-07	1	0	dec-1961	proppant frack
Zuid-Holland	MONSTER-01	2	0	dec-1961	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-01	1	0	mrt-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-19	1	0	mrt-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-21	1	0	mrt-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER 26	3	0	apr-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-09	3	0	apr-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-06	3	0	sep-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-12	3	0	sep-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-27	3	0	okt-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-28	2	0	okt-1962	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-11	2	0	mrt-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-31	1	0	mei-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-32	1	0	mei-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-33	1	0	jun-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-34	1	0	jul-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-05	2	0	aug-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-22	1	0	okt-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-36	1	0	okt-1963	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-13	2	0	sep-1964	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-25	1	0	sep-1964	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-20	3	0	okt-1964	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-16	1	0	dec-1964	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-02	1	0	sep-1965	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-04	2	0	sep-1965	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-39	1	0	sep-1966	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-38	2	0	okt-1966	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-40	1	0	mei-1967	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-41	1	0	aug-1974	proppant frack

Zuid-Holland	DE LIER-42	1	0	dec-1974	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-43	1	0	mei-1979	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-44	1	0	jan-1981	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-48	1	0	feb-1988	proppant frack
Zuid-Holland	DE LIER-49	1	0	jul-1991	proppant frack
Zuid-Holland	BERKEL-11	1	0	jul-1993	proppant frack
Zuid-Holland	ROTTERDAM-10	1	0	mei-1994	proppant frack
Zuid-Holland	ROTTERDAM-11	1	0	dec-1994	proppant frack
Zuid-Holland	GAAG-05	1	0	jun-1999	proppant frack
Zuid-Holland	OTTOLAND-01	1	0	2009	proppant frack
Zuid-Holland	GAAG-06	1	0	feb-2015	proppant frack

Bijlage I (vervolg) – Gefrackte putten op zee in tijd (offshore):

Offshore Bloknaam	**Naam van offshore putten gefracked**	**Aantal "prop." fracks**	**Aantal "acid" fracks**	**Datum van laatste frack**	**Type**
K17	K17-02	1	1	mrt-1972	acid & proppant frack
K17	K17-04	1	1	sep-1977	acid & proppant frack
	AME-201	1	0	jun-1979	proppant frack
K14	K14-08	1	0	sep-1979	proppant frack
L10	L10-19-S1	1	0	dec-1979	proppant frack
K17	K17-05	1	1	feb-1980	acid & proppant frack
K17	K17-07	1	1	feb-1981	acid & proppant frack
	AMN-3	1	0	nov-1981	proppant frack
	AWG-106	1	0	nov-1981	proppant frack
K17	K17-08	1	0	feb-1982	proppant frack
K12	K12-D-01	0	1	dec-1984	acid frack
L10	L10-D-05-S1	1	0	dec-1984	proppant frack
K12	K12-E-01	1	0	dec-1985	proppant frack
P15	P15-RIJN-B-02	0	1	feb-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-03	0	1	feb-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-04	0	1	feb-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-A-07	0	1	feb-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-A-11	0	1	mrt-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-05	0	1	mrt-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-08	0	1	apr-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-A-10	0	1	apr-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-A-12	0	1	mei-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-09	0	1	mei-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-B-09	1	0	jun-1986	proppant frack

P15	P15-RIJN-A-14	0	1	aug-1986	acid frack
P15	P15-RIJN-A-15	0	1	aug-1986	acid frack
K12	K12-E-02	1	0	dec-1986	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-02	1	0	mei-1987	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-08	1	0	mei-1987	proppant frack
L13	L13-09	2	0	jun-1987	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-09	1	0	jun-1987	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-06-S1	1	0	nov-1987	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-13-S1	1	0	nov-1987	proppant frack
L13	L13-11	1	1	mei-1988	acid & proppant frack
P15	P15-RIJN-A-04	1	0	jun-1988	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-01	1	0	jun-1988	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-07-S1	1	0	jun-1988	proppant frack
L13	L13-13	1	0	aug-1988	proppant frack
P15	P15-RIJN-B-01-S1	1	0	aug-1989	proppant frack
P15	P15-RIJN-A-16	1	0	nov-1990	proppant frack
	AME-204	1	0	sep-1992	proppant frack
	AME-203	1	0	nov-1992	proppant frack
	AME-203A	1	0	jun-1995	proppant frack
L04	L04-A-01	1	0	okt-1996	proppant frack
L11	L11-A-02-S1	1	0	dec-1996	proppant frack
L04	L04-A-04	1	0	apr-1997	proppant frack
L04	L04-A-05	1	0	apr-1997	proppant frack
	AME-203C	1	0	aug-1997	proppant frack
	AME-107	2	0	feb-1998	proppant frack
K04	K4-A2	1	0	okt-1998	proppant frack
K04	K4-A3	1	0	okt-1998	proppant frack
K05	K5-EC2	1	0	aug-1999	proppant frack
L04	L04-PN-01	1	0	sep-1999	proppant frack
L04	L04-PN-04	1	0	jun-2000	proppant frack
Q04	Q4-A1 (Clyde)	1	0	okt-2000	proppant frack
Q04	Q04-A-02	1	0	apr-2001	proppant frack
E18	E18-04	1	0	jul-2001	proppant frack
K06	K06-GT-04	1	0	mrt-2002	proppant frack
Q04	Q04-A-03	1	0	sep-2002	proppant frack
Q04	Q04-B-01	1	0	mei-2003	proppant frack
L08	L08-A-02	1	0	apr-2004	proppant frack
K18	K18-7X	1	0	mei-2005	proppant frack
F16	F16-A-03-S1	1	0	okt-2006	proppant frack
F16	F16-A1	1	0	mrt-2007	proppant frack
L08	L08-G-04	1	0	mrt-2007	proppant frack

F15	F15-A-05	1	0	apr-2007	proppant frack
K04	K04-BE-03	1	0	apr-2008	proppant frack
E18	E18-A2	1	0	jul-2009	proppant frack
P09	P9-B1	1	0	jul-2009	proppant frack
K06	K06-06	1	0	aug-2009	proppant frack
P09	P9-A-01	1	0	aug-2009	proppant frack
F16	F16-A-05	1	0	sep-2009	proppant frack
F16	F16-A-07	1	0	sep-2009	proppant frack
L13	L13-FD-103	5	0	dec-2009	proppant frack
K06	K06-GT-06	3	0	jul-2010	proppant frack
K05	K05-CU-01	1	0	dec-2010	proppant frack
K05	K05-CU-02	1	0	mrt-2011	proppant frack
K05	K05-CU-02	1	0	mrt-2011	proppant frack
K05	K05-CU-02	1	0	apr-2011	proppant frack
K18	K18-G1	5	0	sep-2011	proppant frack
L15	L15-A-107	1	0	dec-2011	proppant frack
K15	K18-G-04	2	0	aug-2012	proppant frack
L08	L08-G-03-S2	1	0	nov-2012	proppant frack
F17	F17-10	0	1	nov-2012	acid frack
P06	P06-A-01	2	0	nov-2013	proppant frack
P06	P06-A-07	1	0	nov-2013	proppant frack
L06	L06-02-S1	1	0	aug-2014	proppant frack
F17	F17-12	0	1	nov-2014	acid frack
L15	L15b-A108	1	0	dec-2014	proppant frack
F17	F17-13	0	5	apr-2015	acid frack
K18	K18-G-02	4	0	mei-2015	proppant frack
Q10	Q10-06	1	1	sep-2015	acid & proppant frack